

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Juli 2005 (21.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/066505 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F15B 11/16**, 11/22

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KRUG-KUSSIUS, Karl** [DE/DE]; Ringstrasse 22, 97783 Karsbach (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/014800

(74) Anwalt: **WINTER BRANDL FÜRNISSS HÜBNER RÖSS KAISER POLTE - PARTNERSCHAFT**; Patent- und Rechtsanwaltskanzlei, Bavariaring 10, 80336 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum: 29. Dezember 2004 (29.12.2004)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

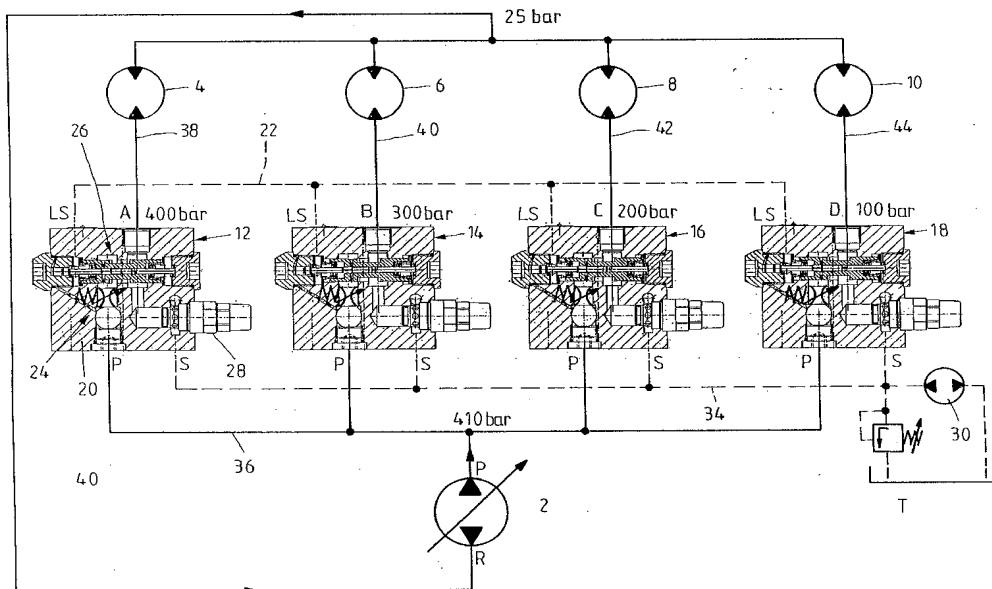
(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 001 253.9 7. Januar 2004 (07.01.2004) DE  
10 2004 010 374.7 3. März 2004 (03.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **BOSCH REXROTH AG** [DE/DE]; Heidehofstrasse 31, 70184 Stuttgart (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLOW VALVE AND FLOW DISTRIBUTOR COMPRISING SEVERAL FLOW VALVES

(54) Bezeichnung: STROMVENTIL UND STROMTEILER MIT MEHREREN STROMVENTILEN



(57) Abstract: Disclosed are a flow valve and a flow distributor for supplying a pressure medium to several users. Each flow valve comprises a measuring diaphragm and a pressure regulator. A pressure regulator piston of the pressure regulator comprises two control edges, whereby one is active when adding up the pressure medium flows and the other is active when separating a pressure medium flow. The flow valve also has at least one LS-control edge which can be used to control one LS cross-section when the pressure regulator is opened, enabling pressure corresponding to the load pressure to be indicated in a load monitoring line.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/066505 A1



**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**(57) Zusammenfassung:** Offenbart sind ein Stromventil und ein Stromteiler zur Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher. Jedes Stromventil hat eine Zumessblende und eine Druckwaage. Ein Druckwaagenkolben der Druckwaage ist mit zwei Steuerkanten versehen, von denen eine beim "Summieren" von Druckmittelströmen und die andere beim "Teilen" eines Druckmittelstroms wirksam ist. Das Stromventil hat des Weiteren zumindest eine LS-Steuerkante, über die bei geöffneter Druckwaage ein LS-Querschnitt auf steuerbar ist, über den ein dem Lastdruck entsprechender Druck in eine Lastmeldeleitung gemeldet wird.

BeschreibungStromventil und Stromteiler mit mehreren Stromventi-  
len

5

Die Erfindung betrifft ein Stromventil für einen Stromteiler zur Druckmittelversorgung mehrerer hydraulischer Verbraucher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie einen Stromteiler mit derartigen Stromventilen.

Hydraulische Stromteiler sorgen dafür, dass ein gegebener Druckmittelstrom lastdruckunabhängig in gewünschten Teilmengen über mehrere parallel zueinander angeordnete hydraulische Verbraucher oder hydraulische Lasten fließt. Wenn der Druckmittelstrom derart gerichtet ist, dass die einzelnen Stromventile des Stromteilers stromauf der hydraulischen Verbraucher angeordnet sind, spricht man vom Betriebszustand Teilen. Liegen die einzelnen Stromventile dagegen stromab der hydraulischen Verbraucher, spricht man vom Betriebszustand Summieren.

Jedes Stromventil eines Stromteilers umfaßt eine Meßblende und eine Druckwaage, die beim Teilen stromab der Meßblende liegt. Die Druckwaagen werden beim Teilen in Schließrichtung vom höchsten Lastdruck beaufschlagt und drosseln zwischen der jeweiligen Zumeßblende und der Last den Fluidstrom so stark an, dass der Druck nach allen Zumeßblenden gleich dem höchsten Lastdruck ist oder leicht über diesem liegt. Hinsichtlich dieser Anordnung und der Druckbeaufschlagung der Druckwaagen gleicht ein Stromteiler einer sogenannten LUDV-Steuerung, wie sie zum Beispiel die WO 95/32364 zeigt und die ein Sonderfall einer Load Sensing Steuerung ist. Bei einer solchen Steuerung wird der höchste Lastdruck an eine Verstell-

pumpe gemeldet und diese so geregelt, dass in der Pumpenleitung ein um eine bestimmte Druckdifferenz  $\Delta p$  über dem Lastdruck liegender Pumpendruck herrscht. Bei einer LUDV-Steuerung bleibt die Aufteilung der einzelnen Teilströme 5 auch bei einem Abfall des Pumpendrucks erhalten. Denn in diesem Fall der sogenannten Unterversorgung ändert sich an dem Druck stromab der Zumeßblenden nichts. Vor allen Zumeßblenden steht in gleicher Weise der abgefallene Pumpendruck an, so dass sich an allen Zumeßblenden die 10 Druckdifferenz in gleicher Weise verändert hat.

Stromteiler können unabhängig davon verwendet werden, ob als Druckmittelquelle eine Konstantpumpe oder eine Verstellpumpe benutzt wird und wie die Verstellpumpe 15 verstellt wird. Beim Einsatz in einem Fahrantrieb wird die Fördermenge zum Beispiel in Abhängigkeit von der Auslenkung eines Joysticks oder eines Pedals eingestellt und dann durch den Stromteiler den hydraulischen Verbrauchern in den gewünschten Mengenverhältnissen zugeteilt.

20

Ein "Summieren von Druckmittelteilmengen kann die Steuerung nach der WO 95/32364 nicht leisten. Beim Summieren muß nämlich dafür gesorgt werden, dass die Druckwaagen in Schließrichtung nicht mehr vom höchsten, 25 sondern vom niedrigsten der zwischen Druckwaagen und Verbraucher anstehenden Drücke beaufschlagt sind, wobei hier der Druck am lasthöchsten Verbraucher der niedrigste ist.

30

Ein Stromteiler für Teilen und Summieren ist aus der DE 195 31 497 A1 bekannt. Bei einer derartigen Steueranordnung sind die den Verbrauchern zugeordneten Druckwaagen über Zentrierfedern in eine Öffnungsstellung vorgespannt, wobei diese über ein Schaltventil im Betriebszustand "Teilen" mit dem höchsten Lastdruck und im Betriebszustand "Summieren" mit dem jeweils niedrigsten

wirksamen Lastdruck beaufschlagt werden, so dass in beiden Betriebszuständen der Druckabfall über den Messblenden lastdruckunabhängig konstant gehalten werden kann.

5

Nachteilig bei dieser bekannten Lösung ist, dass das Schaltventil entsprechend des Betriebszustands angesteuert werden muss und dass ein erheblicher vorrichtungstechnischer Aufwand zum Abgreifen des höchsten bzw. 10 niedrigsten Lastdruckes erforderlich ist.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Stromventil sowie einen mit derartigen Stromventilen aufgebauten Stromteiler zu schaffen, bei denen die 15 Betriebszustände "Teilen" und "Summieren" mit minimalem Aufwand realisierbar sind.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Stromventils durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und hinsichtlich des Stromteilers durch die Merkmale des Patentanspruches 13 gelöst.

Das erfindungsgemäße, jeweils einem Verbraucher zugeordnete Stromventil hat eine Zumessblende und eine Druckwaage, die auf der einen Seite der Zumessblende den höchsten oder den niedrigsten Lastdruck einregelt. Ein Druckwaagenkolben der Druckwaage ist erfindungsgemäß mit zwei Steuerkanten ausgeführt, von denen eine dem Betriebszustand "Summieren" und die andere dem Betriebszustand "Teilen" zugeordnet ist. Das Stromventil hat des Weiteren eine LS-Steuerkante, über die bei vollständig geöffneter Druckwaage zum Lastmelden in eine LS-Leitung ein LS-Querschnitt aufsteuerbar ist. Bei aufgesteuertem LS-Querschnitt kann dann der Druck in einem Druckmittelströmungspfad zwischen der Zumessblende und dem Eingang der Druckwaage abgegriffen werden. Dieser Druck ent-

spricht in erster Näherung dem Lastdruck am zugeordneten Verbraucher, wenn die Druckwaage vollständig aufgesteuert ist. Dies ist beim "Teilen" bei dem den höchsten Lastdruck führenden Verbraucher der Fall, da die Druckwaage des diesem Verbraucher zugeordneten Stromventils vollständig geöffnet ist, während die Druckwaagen der anderen, lastniedrigeren Verbrauchern zugeordneten Stromventile in Regelpositionen verschoben sind, um den Ausgangsdruck nach den Zumessblenden auf den niedrigeren Lastdruck dieser Verbraucher abzudrosseln.

10 Im Betriebszustand "Summieren" entspricht der Druck in dem angesprochenen Druckmittelströmungspfad im wesentlichen demjenigen des lastniedrigsten Verbrauchers, wobei dessen Druckwaage zu Beginn der Ansteuerung die geringste Druckmittelmenge zuströmt und diese geöffnet wird oder bleibt, während durch die Druckwaagen der anderen, lasthöheren Verbraucher der Druck im Druckmittelströmungspfad abgedrosselt wird, bis sich über dem Druckwaagenkolben ein Kräftegleichgewicht einstellt.

15 Erfindungsgemäß erfolgt das Umschalten zwischen "Teilen" und "Summieren" somit automatisch, wobei das Umschalten durch Abgreifen eines dem höchsten Lastdruck ("Teilen") entsprechenden Drucks bzw. eines dem niedrigsten Lastdruck ("Summieren") entsprechenden Druckes im Druckmittelströmungspfad zwischen der geöffneten Druckwaage und der Zumessblende erfolgt. Bei den Stromventilen der lasthöheren bzw. der lastniedrigeren Verbraucher ist der LS-Querschnitt zugesteuert, so dass die entsprechenden Druckwaagen an einer Steuerfläche in Schließrichtung mit dem dem höchsten Lastdruck entsprechenden Druck ("Teilen") bzw. in Öffnungsrichtung mit dem dem niedrigsten Lastdruck entsprechenden Druck ("Summieren") beaufschlagt sind.

Bei einer besonders bevorzugten Lösung ist die Druckwaage des Stromventils in der Grundposition geöffnet.

5        Das Aufsteuern des LS-Querschnitts kann über ein 2/2-Wegeventil erfolgen, das mit zwei LS-Steuerkanten ausgeführt ist, von denen eine dem "Summieren" und die andere dem "Teilen" zugeordnet ist.

10       Bei einer besonders kompakten Variante der Erfindung ist das Wegeventil in einen Druckwaagenkolben integriert, wobei ein Innenkolben des Wegeventils in einer Führungsbohrung des Druckwaagenkolbens geführt ist und einen Steuerbund hat, an dessen beiden Ringstirnflächen die 15 beiden vorgenannten LS-Steuerkanten ausgebildet sind.

Das Betätigen des Innenkolbens (Umschalten des Wegeventils) erfolgt durch Beaufschlagen einer Stirnfläche mit dem Pumpendruck und der anderen Stirnfläche mit dem 20 in der LS-Leitung anliegenden LS-Druck. Beim "Teilen" wird der Innenkolben dann durch den hohen Pumpendruck in eine erste Schaltstellung und beim "Summieren" aufgrund des geringen Pumpendrucks in eine andere Schaltstellung verschoben, in denen jeweils eine der genannten LS-Steuerkanten wirksam ist, um den LS-Querschnitt aufzusteuern. 25

Bei einer derartigen Lösung wird es bevorzugt, wenn die LS-Leitung in einem LS-Federraum der Druckwaage mündet, wobei durch Aufsteuern des LS-Querschnitts eine 30 Verbindung zwischen dem Federraum und einem den dem Lastdruck entsprechenden Druck führenden Kanal hergestellt wird.

Bei einer vorteilhaften Variante der Erfindung hat 35 die Druckwaage einen weiteren Federraum, der mit dem LS-

Federraum über einen Verbindungskanal verbunden ist, der sich entlang des Außenumfangs des Innenkolbens erstreckt.

Der Aufbau des Stromventils lässt sich weiter vereinfachen, wenn sich der Innenkolben über den LS-Federraum hinaus erstreckt und an diesem aus der Druckwaage herausgeführten Endabschnitt ein Führungsbund ausgeführt ist, der in einem Druckraum einer Verschlussschraube des Stromventils geführt ist. In diesem Druckraum ist ein Anschlag für den Innenkolben ausgeführt und er ist des Weiteren mit dem Pumpendruck beaufschlagt.

Zur besseren Führung des Innenkolbens kann dieser mit einem Radialbund ausgeführt sein, der entlang des Innenumfangsabschnitts der Führungsbohrung des Druckwaagenkolbens anliegt. Dabei sind entweder am Außenumfang des Steuerbundes und des Radialbundes oder entlang den Innenumfangsflächen der Führungsbohrung Längskerben ausgeführt, die eine Druckmittelströmung zwischen den beiden Federräumen ermöglichen.

Der Druckwaagenkolben wird vorzugsweise mit einer mittleren Steuernut ausgeführt, an deren Stirnflächen die beiden Steuerkanten ausgeführt sind. Dabei ist der Druckwaagenkolben über zwei Zentrierfedern in seine geöffnete Mittelstellung vorgespannt.

Zum Abgreifen des Drucks im Druckmittelströmungspfad zwischen der Druckwaage und der Zumessblende ist der Druckwaagenkolben mit einer oder mehreren Radialbohrungen ausgeführt.

Es wird bevorzugt, die Stromventile jeweils mit einem Druckeinspeiseventil auszuführen, über das die Verbraucher gegen Überlast von außen gesichert sind und des weiteren Druckmittel eingespeist wird, falls ein

Füllungsmangel entsteht, so dass Kavitationserscheinungen vermieden werden und das System kraftschlüssig bleibt.

Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung 5 sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

Im Folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

10

Figur 1 ein Funktionsschaubild eines Stromteilers im "Teilen"-Betriebszustand;

15

Figur 2 eine Schnittdarstellung eines Stromventils aus Figur 1;

Figur 3 eine Detaildarstellung einer Druckwaage des Stromventils aus Figur 2;

20

Figur 4 einen Innenkolben der Druckwaage aus Figur 3 in unterschiedlichen Betriebspositionen beim "Teilen";

Figur 5 das Stromventil eines lastniedrigeren Verbrauchers beim "Teilen";

25

Figur 6 das Funktionsschaubild gemäß Figur 1 im "Summieren"-Betriebszustand;

30

Figur 7 Positionen des Innenkolbens gemäß Figur 4 beim "Summieren";

Figur 8 eine Schnittdarstellung eines Stromventils eines lastniedrigeren Verbrauchers und

35

Figur 9 ein Schaltsymbol eines erfindungsgemäßen Stromventils.

Prinzipiell ist das erfundungsgemäße Konzept bei hydrostatisch angetriebenen Maschinen mit geschlossenem oder offenem hydraulischem Kreislauf einsetzbar, wobei 5 ein Anwendungsschwerpunkt bei rotatorischen Antrieben, bspw. Windenantrieben, Bandantrieben oder Fahr'antrieben liegt.

In Figur 1 ist ein Funktionsschaubild eines Stromteilers 10 für einen Fahr'antrieb eines mobilen Arbeitsgerätes dargestellt. Die Steueranordnung ist als geschlossener Kreislauf ausgeführt und hat eine Verstellpumpe 2. Der Fahr'antrieb hat vier Hydromotoren 4, 6, 8, 10, die von der Pumpe 2 mit Druckmittel versorgt werden.

15

Die Druckmittelverteilung erfolgt beim dargestellten Ausführungsbeispiel über Stromventile 12, 14 16, 18, die jeweils einem der Verbraucher 4, 6, 8, 10 zugeordnet sind. Die Stromventile 12, 14, 16, 18 sind als Ventilsegmente 20 ausgeführt und zu einem Steuerblock zusammengefasst.

Wie beispielhaft am Stromventil 12 gezeigt, hat jedes Ventilsegment eine Gehäusescheibe 20, an der ein Druckanschluss P, ein Speiseanschluss S, ein Arbeitsanschluss A (B, C, D) und ein LS-Anschluss LS ausgebildet sind. Die Lastdruckanschlüsse LS der Steueranordnung 1 sind über eine LS-Leitung 22 miteinander verbunden. In der Gehäusescheibe 20 sind eine veränderliche bzw. variable Zumessblende 24, eine Druckwaage 26 sowie ein Druckeinspeiseventil 28 vorgesehen. In Strömungsrichtung zum Verbraucher 4 ist die Druckwaage 26 stromabwärts der Zumessblende 24 angeordnet. Wie eingangs erwähnt, wird über die Druckwaage 26 der Druckabfall über der variablen 30 Messblende 24 lastdruckunabhängig konstant gehalten, so 35

dass die Druckmittelvolumenströme durch die Zumessblende 24 nur von deren Öffnungsquerschnitt abhängen.

Über das Druckeinspeiseventil ist der Druck am Arbeitsanschluss A (B, C, D) auf einen Maximalwert begrenzt, so dass der Verbraucher 4 (6, 8, 10) gegen Überlast gesichert ist. Des Weiteren kann über das Druckeinspeiseventil 28 in bekannter Weise bei einem Füllungsman- 10 gel, beispielsweise bei Bergabfahrt oder ziehender Last, über den Speiseanschluss S und gegebenenfalls über eine Pumpe 30 Druckmittel nachgefördert werden. Dabei wird durch diese Druckmittel aus einem Tank T angesaugt und über einen Speisekanal 34 zum jeweiligen Speiseanschluss S der Stromventile 12, 14, 16, 18 gefördert.

15

Der Druckanschluss P der Verstellpumpe 2 ist über eine sich verzweigende Druck- oder Zulaufleitung 36 mit den Druckanschlüssen P der Ventilsegmente verbunden. Der jeweilige Arbeitsanschluss A, B, C, D der Stromventile 12, 14, 16, 18 ist über eine Vorlaufleitung 38, 40, 42, 20 44 mit den Druckanschlüssen der Verbraucher 4, 6, 8, 10 verbunden. Das Druckmittel strömt von diesen über eine gemeinsame Rücklaufleitung 40 zum Sauganschluss R der Verstellpumpe 2 zurück. In Figur 2 ist das Stromventil 12 25 aus Figur 1 vergrößert dargestellt. Die anderen Stromventile 14, 16, 18 haben einen identischen Aufbau.

Die Ventilscheibe 20 ist in der Darstellung gemäß Figur 2 in Horizontalrichtung von einer Druckwaagenbohrung 30 42 durchsetzt, die sturmseitig von jeweils einer Verschluss- 44, 46 verschlossen ist. In der Druckwaagenbohrung 24 ist ein Druckwaagenkolben 43 axial 48 verschiebbar geführt, der über Zentrierfedern 50, 52 in eine Mittelposition vorgespannt ist. Die Druckwaagenbohrung 42 ist im mittleren Bereich zu zwei Ringräumen 54, 56 erweitert, zwischen denen ein Ringsteg 57 stehen

bleibt. Der Ringraum 56 ist mit dem Arbeitsanschluss A verbunden, während im Ringraum 54 eine in Figur 2 vertikal verlaufende Messblendenbohrung 58 mündet, in die die Zumessblende 24 eingesetzt ist. Deren konstruktiver 5 Aufbau wird in einer eigenen Anmeldung detailliert erläutert und spielt für die vorliegende Erfindung keine Rolle. Es sei lediglich angenommen, dass die Zumessblende 24 mit veränderlichem Querschnitt ausgeführt ist. Die Erfindung ist jedoch nicht auf eine derartige Konstruktion 10 beschränkt.

In der Messblendenbohrung 58 mündet der Druckanschluss P, der sich bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel senkrecht zur Zeichenebene erstreckt. 15 Die Messblendenbohrung 58 ist nach unten hin (Ansicht nach Figur 2) von einer Schraube 60 verschlossen.

In dem Ringraum 56 mündet des Weiteren noch eine Winkelbohrung 62, in deren horizontal verlaufenden Schenkel 20 das in Patronenbauweise ausgeführte Druckeinspeiseventil 28 eingeschraubt ist. Der Speiseanschluss S mündet über einen in Figur 2 senkrecht zur Zeichenebene verlaufenden Kanal in einer Kammer 64, die eine Radialerweiterung der Messblendenbohrung 58 ist.

25

Der Druckanschluss P ist über einen Schrägkanal 66 mit einem Ringkanal 68 verbunden, der den Außenumfang der Verschlussschraube 46 ringförmig umgreift. In der Verschlussschraube 46 ist ein sich koaxial zur Druckwaagenbohrung 42 erstreckender Druckraum 70 ausgebildet, der über einen Verbindungskanal 72 mit dem Ringkanal 68 verbunden ist, so dass im Druckraum 70 stets der Druck am Druckanschluss P, d.h. der Pumpendruck anliegt.

35

Der Aufbau der Druckwaage wird anhand der vergrößerten Darstellung in Figur 3 erläutert.

Demgemäß sind die Zentrierfedern 50, 52 des Druckwaagenkolbens 43 jeweils an den benachbarten Verschlusschrauben 46 bzw. 44 abgestützt und greifen am 5 Druckwaagenkolben 43 über tassenförmige Federteller 74 bzw. 76 an und tauchen dabei abschnittsweise in stirnseitige Aufnahmen 78, 80 des Druckwaagenkolbens 43 ein, so dass die Druckwaage in Axialrichtung sehr kurz baut.

10 Im Mittelbereich des Druckwaagenkolbens 43 ist umfangsseitig eine umlaufende Steuernut 81 vorgesehen, deren Ringstirnflächen zwei Steuerkanten bilden, die mit dem Ringsteg 57 zusammenwirken. Dabei ist die in Figur 3 linke Steuerkante, im folgenden "Teilen"-Steuerkante 82 15 genannt, während des "Teilens" und die rechte, im folgenden "Summieren"-Steuerkante 84 genannt, während des "Summierens" wirksam. Gemäß Figur 2 stehen die beiden Steuerkanten 82, 84 in der dargestellten Grundposition im Abstand zum Ringsteg 57, so dass die Druckmittelverbindung 20 vom Arbeitsanschluss A (B, C, D) zur Messblendenbohrung 58 und damit zum Druckanschluss P geöffnet ist.

Die Zentrierfeder 52 ist in einem Federraum 86 angeordnet, der stirnseitig vom Druckwaagenkolben 43 und von 25 der Verschlusschraube 44 begrenzt ist. Der andere Endabschnitt des Druckwaagenkolbens 43 begrenzt gemeinsam mit der Verschlusschraube 46 einen LS-Federraum 88, in dem der Lastmeldeanschluss LS über einen sich senkrecht zur Zeichenebene erstreckenden Kanal 90 mündet. Demzufolge 30 liegt im LS-Federraum 88 aller Stromventile 12, 14, 16, 18 jeweils der gleiche Druck an, der beim "Teilen" etwa dem höchsten Lastdruck und beim Summieren etwa dem niedrigsten Lastdruck der Verbraucher entspricht.

35 Gemäß Figur 3 ist der Druckwaagenkolben 43 in Axialrichtung von einer Führungsbohrung 92 durchsetzt, in der

ein Innenkolben 94 axial verschiebbar geführt ist. Dieser durchsetzt mit seinem linken Endabschnitt den LS-Feder-  
raum 88 und hat dort einen Führungsbund 96, mit dem er  
dichtend im Druckraum 70 der Verschlusssschraube 46 ge-  
5 führt ist.

Der andere Endabschnitt erstreckt sich in den Feder-  
raum 86 hinein und ist in seiner dargestellten Endposi-  
tion an der Verschlusssschraube 44 abgestützt. Beim Ver-  
10 schieben des Innenkolbens 94 nach links läuft sein linker  
Endabschnitt auf den Boden des Druckraums 70 auf, so dass  
die Endpositionen jeweils durch Auflaufen auf die Ver-  
schlusssschrauben 44 oder 46 begrenzt sind.

15 Links von der Steuernut 81 ist im Druckwaagenkolben  
43 zumindest eine Radialbohrungen 98 ausgeführt, die  
einerseits in der Führungsbohrung 92 und andererseits im  
Ringraum 54 mündet. Im Bereich dieser Radialbohrungen 98  
ist am Innenkolben 94 ein radial vorspringender Steuer-  
20 bund 100 ausgebildet. Im Abstand rechts von diesem ist  
ein Radialbund 102 vorgesehen, über die der Innenkolben  
94 in der Führungsbohrung 92 geführt ist. Die an die  
Bünde 100, 102 angrenzenden Abschnitte des Innen-  
kolbens 43 sind mit geringerem Durchmesser ausgeführt und bilden  
25 mit der Innenumfangsfläche der Führungsbohrung 92 einen  
Ringraum. Wie in Figur 3 dargestellt, sind der Steuerbund  
100 und der Radialbund 102 mit Längskerben 104, 106  
ausgeführt, so dass eine Steuerölströmung entlang den  
genannten Ringspalten und den Längskerben 104, 106 zwi-  
30 schen den Federräumen 86, 88 möglich ist. Rechts von den  
Radialbohrungen 98 ist die Führungsbohrung 92 radial zu  
einem Abschnitt 105 erweitert, der mit dem Außenumfang  
des Steuerbunds 100 einen Ringspalt bildet.

35 An den Ringstirnflächen des Steuerbunds 100 sind LS-  
Steuerkanten 108, 110 ausgebildet, wobei die Steuerkante

110 beim Stromventil des lastdruckhöchsten Verbrauchers beim "Teilen" und beim "Summieren" die LS-Steuerkante 108 des dem lastniedrigsten Verbraucher zugeordneten Stromventils wirksam ist.

5

Zur weiteren Erläuterung der Funktion sei zunächst angenommen, dass die Steueranordnung 1 im Betriebszustand "Teilen" betrieben wird. Gemäß Figur 1 soll der Lastdruck des Verbrauchers 4 - 400 bar, der am Verbraucher 6 - 300 bar, der am Verbraucher 8 - 200 bar und der am Verbraucher 10 - 100 bar betragen, entsprechend wird durch Schwenken der Pumpe ein Pumpendruck aufgebaut, welche somit 410 bar liefert (bei einer "10-bar-Zumess-Feder"). Dieser Pumpendruck (410 bar) liegt über den Kanal 66 auch im Druckraum 70 an, so dass die linke Stirnfläche des Innenkolbens mit dem Pumpendruck belastet ist, während auf seine rechte Stirnfläche ein niedrigerer Druck, wie im folgenden beschrieben, der Druck im Druckraum 54 wirkt. Über der Zumessblende 24 des Stromventils 12 fällt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Druck von 10 bar ab, der Druckabfall über der Druckwaage 26 ist in der Mittelstellung vernachlässigbar. Der Druck am Ausgang der Zumessblende 24 wirkt auf die rechte Stirnfläche des Innenkolbens 43. Dieser Druck entspricht in der Öffnungsstellung der Druckwaage 26 dem höchsten Lastdruck, das heißt demjenigen am Arbeitsanschluss A. Durch die Druckdifferenz (Pumpendruck minus maximalen Lastdruck) wird der Innenkolben 94 nach rechts in die in Figur 3 dargestellte Position bewegt, in der er mit seinem rechten Endabschnitt an der Verschlusschraube 44 anliegt. In dieser Position öffnet die LS-Steuerkante 110 des Steuerbundes 100 einen LS-Querschnitt, über den die Radialbohrungen 98 mit dem Federraum 88 verbunden sind, so dass der Druck im Ringraum 54 auch im Federraum 88 anliegt. D.h., dieser Druck von 400 bar (höchster Lastdruck) wird über die LS-Leitung 22 auch in die Druckräume 88 der

anderen Stromventile gemeldet. Die Innenkolben 94 der andern, den lastniedrigeren Verbrauchern zugeordneten Druckwaagen 26 werden durch den hohen Pumpendruck ebenfalls in die in Figur 3 dargestellte Endposition nach 5 rechts verschoben werden.

In Figur 4 ist zum besseren Verständnis der mit der Steuerkante 110 versehene Bereich des Innenkolbens 94 und die angrenzenden Bereiche des Druckwaagenkolbens 43 10 dargestellt. Figur 4b) zeigt dabei die vorbeschriebene Lastmeldestellung der Druckwaage 26 des lasthöchsten Verbrauchers 4, in der der höchste Lastdruck (400 bar) in die LS-Leitung 22 gemeldet wird. Wie erwähnt, steuert in der Mittelposition des Druckwaagenkolbens 43 und in der 15 rechten Endposition des Innenkolbens 94 die Steuerkante 110 des Steuerbundes 100 einen LS-Querschnitt 112 zur Lastmeldung auf, so dass im Federraum 88 der entsprechende Lastdruck, genauer gesagt, der Druck am Ausgang der Zumessblende 24 anliegt. Dieser wird über den vorbeschriebenen Ringspalt mit dem radial erweiterten Abschnitt 105 und der Längskerbe 106 auch in den rechten 20 Federraum 86 gemeldet, so dass der Druckwaagenkolben 43 des Stromventils 12 sturmseitig druckausgeglichen ist und in seiner Mittelposition verbleibt - die Druckwaage 26 25 des lastdruckhöchsten Verbrauchers ist somit vollständig geöffnet und drosselt den Druckmittelvolumenstrom nicht an.

Figur 5 zeigt beispielhaft eine Regelposition, die 30 die Stromventile 14, 16, 18 der lastniedrigeren Verbraucher 6, 8, 10 einnehmen können, die an die entsprechenden Arbeitsanschlüsse B, C bzw. D angeschlossen sind. Wie vorstehend beschrieben, liegt der Innenkolben 94 auch bei den Stromventilen 14, 16, 18 der lastniedrigeren Verbraucher 35 in seiner rechten Endposition an der Verschluss- schraube 44 an. Dabei wird in die Federräume 88 der

Stromventile 14, 16, 18 das Signal der Druckwaage 26 des Stromventils 12 gemeldet, so dass in den Federräumen 88 ebenfalls der höchste Lastdruck von 400 bar anliegt. Zu Beginn der Ansteuerung fließt das Druckmittel zunächst zu 5 den Verbrauchern mit dem niedrigsten hydraulischen Widerstand - beim Teilen zu den lastniedrigeren Verbrauchern. Demzufolge werden die Druckwaagenkolben 43 der Stromventile 14, 16, 18 aufgrund des jeweils im LS-Federraum 88 wirkenden höchsten Lastdrucks aus der Mittelposition 10 gegen die Kraft der Zentrierfeder 52 nach rechts verschoben und entsprechend durch die "Teilen"-Steuerkante 82 der Strömungsquerschnitt zwischen dem Druckwaagenkolben 43 und dem Ringsteg 57 zugesteuert, so dass die Druckmittelströmung angedrosselt wird. Die Druckmittelströmung 15 wird soweit abgedrosselt bis das Kräftegleichgewicht an allen Druckwaagen gegeben ist und die Mengen druckunabhängig zu den Verbrauchern strömen. Im vorliegenden Beispiel heißt das, dass die Druckwaage des lastniedrigsten Verbrauchers relativ weit schließt, 20 während die Druckwaagen der beiden lasthöheren Verbraucher (200 bar, 300 bar) Zwischenpositionen zwischen der in Figur 4a) dargestellten Ruheposition und der in Figur 5 dargestellten Position mit geringem Durchflussquerschnitt einnehmen. Durch die Verschiebung des 25 Druckwaagenkolbens 43 nach rechts gegenüber dem an der Verschlusschraube 44 anliegenden Innenkolben 94 wird gemäß Figur 4 über die Steuerkante 110 des Innenkolbens 94 und zugeordnete gehäusefeste Steuerkante 114 der LS-Querschnitt 112 zugesteuert, so dass die Verbindung 30 zwischen den Radialbohrungen 98 und dem LS-Federraum 88 unterbrochen ist (siehe Ruhestellung Figur 4a). In seinen in Figur 4c) dargestellten Regelpositionen liegt der Steuerbund 100 etwa im dem Bereich, in dem der Steg zwischen dem Federraum 88 und den Radialbohrungen 98 35 ausgebildet ist. Der Druck am Ausgang der Zumessblende 24 wird dann über die Radialbohrungen 98, den vom Abschnitt

105 der Führungsbohrung begrenzten Ringspalt, den sich daran anschließenden Ringspalt zwischen dem Außenumfang des Innenkolbens 94 und der Innenumfangswandung der Führungsbohrung 92 sowie über die Längskerbe 106 des 5 Radialbunds 102 in den Federraum 86 gemeldet, so dass der Druckwaagenkolben 43 links vom höchsten Lastdruck und rechts vom Druck stromabwärts der Messblende 24 beaufschlagt ist.

10 Die kleinen Längskerben 104 und 106 des Innenkolbens sowie der Ringraum zwischen dem Innenkolben 94 und der Führungsbohrung haben zusätzlich noch die Funktion, dass über diesen Steuerölströmungspfad während einer Regelbewegung des Druckwaagenkolbens 43 Steueröl aus dem sich 15 verkleinernden Federraum verdrängt werden kann. Eine Verdrängung des Steueröls aus dem LS-Federraum 88 über die LS-Leitung 22 reicht in diesem Fall nicht immer aus und geht des weiteren auch beispielsweise bei einem 20 Wechsel der lastdruckextremsten Druckwaage nicht immer schnell genug.

Figur 6 zeigt das Figur 1 entsprechende Funktions- 25 schaubild für den Betriebszustand "Summieren". Es sei angenommen, dass am lastdruckniedrigsten Verbraucher 4 ein Lastdruck von 35 bar anliegt, während der Lastdruck der anderen Verbraucher 50, 100 bzw. 200 bar beträgt. Die am Eingang P der Verstellpumpe 2 zu summierenden Druck- 30 mittelvolumenströme haben einen Druck von 25 bar, während in der vom Anschluss R zu den Verbrauchern 4, 6, 8, 10 führenden Rücklaufleitung 40 (dient eigentlich als Zulaufleitung) ein Druck von 400 bar anliegt.

Aufgrund des niedrigen Drucks in der Zulaufleitung 36 (25 bar) wird der Innenkolben 94 durch den auf seine 35 rechte Stirnfläche wirkenden höheren Druck nach links verschoben bis er mit seiner linken Stirnfläche am Boden

des Druckraumes 70 der Verschlusschraube 46 anliegt. Dieses Umschalten erfolgt gemäß Figur 6 bei allen Stromventilen 12, 14, 16, 18.

5 Zu Beginn der Ansteuerung strömt das Druckmittel zu den Druckwaagen der Verbraucher mit dem niedrigsten hydraulischen Widerstand - beim Summieren sind dies die lasthöheren Verbraucher, so dass deren Druckwaagen zuerst reagieren. Die Druckwaage 26 des lastniedrigsten Verbrauchers 4 verbleibt oder verfährt in ihre Mittelstellung.  
10 Die Axiallänge des Steuerbundes 100 ist so gewählt, dass durch die Verschiebung des Innenkolbens 94 gegenüber dem Druckwaagenkolben 43 nach links nunmehr die rechte LS-Steuerkante 108 wirksam wird. Dies ist in Figur 7b) dargestellt. In dieser Lastmeldestellung der dem lastniedrigsten Verbraucher zugeordneten Druckwaage 26 (Innenkolben 94 nach links verschoben, Druckwaagenkolben 43 in seiner Mittelstellung) steuert die LS-Steuerkante 108 einen LS-Querschnitt 112 auf, der gehäuseseitig durch  
15 eine federraumseitige Steuerkante 114 begrenzt ist. Über den aufgesteuerten LS-Querschnitt 112 wird die Verbindung zwischen dem Druckraum 54 und dem LS-Federraum 88 geöffnet, so dass der niedrigste Lastdruck (35 bar) in die LS-Leitung 22 gemeldet und somit in allen LS-Federräumen der  
20 Stromventile 12, 14, 16, 18 anliegt. Dieser niedrigste Lastdruck wirkt auch auf die rechte Stirnfläche des Druckwaagenkolbens 43 des Stromventils 12, so dass dieses in seiner Mittelstellung verbleibt. Durch die Druckmittelströmung zu den anderen Druckwaagen der lasthöheren  
25 Verbraucher werden deren Druckwaagenkolben 43, wie in Figur 8 gezeigt, nach links in eine Regelposition (siehe auch Figur 7c)) verschoben. In dieser Regelposition wird über die "Summieren"-Steuerkante 84 der Öffnungsquerschnitt der Druckwaagen 26 der lasthöheren Verbraucher  
30 14,16,18 verändert und die Druckmittelströmung angedrosselt bis ein Kräftegleichgewicht erreicht ist.  
35

Das Druckmittel kann somit von den Verbrauchern lastdruckunabhängig zurückströmen, wobei der Druckabfall über den jeweiligen Zumessblenden 24 konstant gehalten wird. Je nach Lastdruck an den lastdruckhöheren Verbrauchern 5 nimmt der Druckwaagenkolben 43 in seiner Gleichgewichtslage eine Relativposition mit Bezug zum Innenkolben 94 ein, die zwischen einer Ruhestellung (Fig. 7a)) und der dargestellten Regelstellung (Fig. 7c)) liegt. In der Ruhestellung gemäß Figur 7a) ist der LS-Querschnitt durch 10 die Steuerkanten 108, 114 zugesteuert, während in der dargestellten Regelpositionen der Steuerbund 94 durch Axialverschiebung des Druckwaagenkolbens 43 aus der Ruhestellung heraus nach links im Bereich des Stegs zwischen den Radialbohrungen 98 und dem LS-Federraum 88 15 liegt.

In Figur 9 ist das Schaltsymbol der erfindungsgemäßen Stromventile dargestellt. Das beispielsweise dem Verbraucher 4 zugeordnete Ventilsegment ist strichpunktiert 20 angedeutet und hat die Anschlüsse P, S, A und LS. Im Ventilsegment sind das Druck-Einspeiseventil 28, die variable Zumessblende 24 und die Druckwaage 26 mit dem 2/2-Wegeventil dargestellt, das bei der konkreten Lösung durch den im Druckwaagenkolben 43 geführten Innenkolben 25 94 gebildet ist. Wie in Figur 9 angedeutet, ist dieser Innenkolben 94 mechanisch mit der Druckwaage 26 verbunden. Auf die linke Stirnfläche des Innenkolbens 94 wirkt 30 der über den Schrägkanal 66 abgegriffene Pumpendruck, während auf die rechte Stirnfläche der über die Radialbohrungen 98 abgegriffene Druck im Druckmittelströmungspfad zwischen der Zumessblende 24 und der Druckwaage 26 wirkt. Beim "Teilen" wird der Innenkolben 94 gegen einen gehäusefesten Anschlag, im vorliegenden Fall die Verschlusssschraube 44 bewegt, beim "Summieren" liegt der 35 Innenkolben 94 an dem durch die Verschlusssschraube 46 gebildeten Anschlag an.

In der offenen Grundposition der Druckwaage 26 wird über den Innenkolben 94 und das entsprechend umgeschaltete 2/2-Wegeventil der Druck zwischen der Zumessblende 5 24 und der Druckwaage 26 in den LS-Federraum 88 und damit in die LS-Leitung 22 gemeldet und liegt somit an allen LS-Federräumen 88 der Stromventile an. Beim Verschieben der Druckwaage aus der Öffnungsposition in eine Regelposition wird der Innenkolben 94 durch die mechanische 10 Kopplung in eine der dargestellten Sperrpositionen verfahren, so dass der Druck im Druckmittelströmungspfad von der Zumessblende 24 zur Druckwaage 26 über das 2/2-Wegeventil (Innenkolben 94) nicht mehr abgegriffen werden kann. Der Druck in der LS-Leitung 22 beaufschlagt auch 15 die in Figur 9 rechte Stirnfläche des Innenkohbens 94.

Der Druckwaagenkolben 43 ist einerseits durch den Druck im LS-Kanal 22 und andererseits durch den über die Längskerbe 106 abgegriffenen Druck zwischen Zumessblende 20 24 und der Druckwaage 26 beaufschlagt, wobei der Druckmittelvolumenstrom bei Kräftegleichgewicht durch die Druckwaage 26 so angedrosselt ist, dass der Druckabfall über der Messblende 24 lastunabhängig konstant ist.

25 Wie bereits erwähnt, reagiert zu Beginn einer Ansteuerung jeweils die Druckwaage 26 als erste, die den Verbraucher mit dem geringsten hydraulischen Widerstand zugeordnet ist und die demgemäß am Anfang die größte Druckmittelmenge erhält. Beim "Teilen" ist dies die dem 30 lastniedrigsten Verbraucher zugeordnete Druckwaage, während beim "Summieren" die Druckwaage als erstes reagiert, die dem lasthöchsten Verbraucher zugeordnet ist.

Offenbart sind ein Stromventil und ein Stromteiler 35 zur Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher. Jedes Stromventil hat eine Zumessblende und eine Druckwaage.

Ein Druckwaagenkolben der Druckwaage ist mit zwei Steuerkanten versehen, von denen eine beim "Summieren" von Druckmittelströmen und die andere beim "Teilen" eines Druckmittelstroms wirksam ist. Das Stromventil hat des 5 Weiteren zumindest eine LS-Steuerkante, über die bei geöffneter Druckwaage ein LS-Querschnitt aufsteuerbar ist, über den ein dem Lastdruck entsprechender Druck in eine Lastmeldeleitung gemeldet wird.

Bezugszeichenliste:

1	Stromteiler
5	2 Verstellpumpe
	4 Hydromotor
	6 Hydromotor
	8 Hydromotor
	10 Hydromotor
10	12 Stromventil
	14 Stromventil
	16 Stromventil
	18 Stromventil
	20 Gehäusescheibe
15	22 LS-Leitung
	24 Zumessblende
	26 Druckwaage
	28 Druckeinspeiseventil
	30 Pumpe
20	32 Speisekanal
	34 Speiseleitung
	36 Zulaufleitung
	38 Vorlaufleitung
	40 Rücklaufleitung
25	42 Druckwaagenbohrung
	43 Druckwaagenkolben
	44 Verschlusschraube
	46 Verschlusschraube
	50 Zentrierfeder
30	52 Zentrierfeder
	54 Ringraum
	56 Ringraum
	57 Ringsteg
	58 Messblendenbohrung
35	60 Schraube
	62 Winkelbohrung

64	Kammer
66	Schrägkanal
68	Ringkanal
70	Druckraum
5	72 Verbindungskanal
	74 Federteller
	76 Federteller
	78 Aufnahme
	80 Aufnahme
10	81 Steuernut
	82 Teilen-Steuerkante
	84 Summieren-Steuerkante
	86 Federraum
	88 LS-Federraum
15	90 Kanal
	92 Führungsbohrung
	94 Innenkolben
	96 Führungsbund
	98 Radialbohrungen
20	100 Steuerbund
	102 Radialbund
	104 Längskerbe
	105 radial erweiterter Abschnitt
	106 Längskerbe
25	108 LS-Steuerkante
	110 LS-Steuerkante
	112 LS-Querschnitt
	114 gehäusefeste Steuerkante
	116 federraumseitige Steuerkante

Patentansprüche

1. Stromventil für einen Stromteiler zur Druckmittelversorgung mehrerer hydraulischer Verbraucher (4, 6, 8, 10) mit einer Druckwaage (26) und einer Zumessblende (24), der zum Stromteilen in Richtung zum Verbraucher (4, 6, 8, 10) und zum Summieren von Druckmittelströmen in Gegen-richtung durchströmbar ist, wobei die Druckwaage (26) einen in eine Grundstellung vorgespannten Druckwaagenkolben (43) hat, der einerseits vom Druck in einer LS-Leitung (22) und andererseits von einem Druck im Druckmittelströmungspfad zwischen der Zumessblende (24) und der Druckwaage (26) beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckwaagenkolben (43) zwei Steuerkanten (82, 84) hat, von denen eine beim Summieren und die andere beim Teilen wirksam ist und dass des weiteren zumindest eine LS-Steuerkante (108, 110) vorhanden ist, über die bei geöffneter Druckwaage (26) zum Lastmelden in die LS-Leitung (22) ein LS-Querschnitt (112) zum Abgreifen des Drucks im Druckmittelströmungspfad aufsteuerbar ist.
2. Stromventil nach Patentanspruch 1, wobei die Druckwaage (26) in der Grundposition geöffnet ist.
3. Stromventil nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei eine LS-Steuerkante (108) beim Summieren und eine andere LS-Steuerkante (110) beim Teilen wirksam ist und diese durch ein 2/2-Wegeventil ausgebildet sind.
4. Stromventil nach Patentanspruch 3, wobei das 2/2-Wegeventil durch einen Innenkolben (94) gebildet ist, der in einer Führungsbohrung (92) des Druckwaagenkolbens (43) geführt ist und einen Steuerbund (100) hat,

an dessen beiden Ringstirnflächen die beiden LS-Steuerkanten (108, 110) angeordnet sind.

5. Stromventil nach Patentanspruch 4, wobei eine Stirnfläche des Innenkolbens (94) mit dem Pumpendruck und die andere Stirnfläche mit einem dem Lastdruck entsprechenden Druck beaufschlagbar ist.
10. Stromventil nach Patentanspruch 4 oder 5, wobei die LS-Leitung (22) in einem LS-Federraum (88) der Druckwaage (26) mündet und wobei über die LS-Steuerkanten (108, 110) des Steuerbunds (100) der LS-Querschnitt (112) zwischen den LS-Federraum (88) und einem einen Lastdruck führenden Kanal (98) des Druckwaagenkolbens (43) aufsteuerbar ist.
15. Stromventil nach Patentanspruch 6, wobei der LS-Federraum (88) über einen sich zwischen dem Innenkolben (94) und der Führungsbohrung (92) erstreckenden Verbindungskanal mit einem Federraum (86) verbunden ist, in den ein radial zurückgesetzter Innenkolbenendabschnitt eintaucht und dort gegen einen Anschlag (44) bewegbar ist.
20. 8. Stromventil nach Patentanspruch 7, wobei ein anderer Endabschnitt des Innenkolbens (94) den LS-Federraum (88) durchsetzt und mit einem Führungsbund (96) in einem Druckraum (70) einer Verschlusschraube (46) geführt ist, der mit dem Pumpendruck beaufschlagt ist und einen Axialanschlag für den Innenkolben (94) hat.
25. 9. Stromventil nach Patentanspruch 7 oder 8, wobei der Innenkolben (94) einen Radialbund (102) zur Führung des Innenkolbens (94) in der Führungsbohrung (92) hat und wobei am Radialbund (98) und am Steuerbund (100) Längskerben (104, 106) ausgebildet und daran

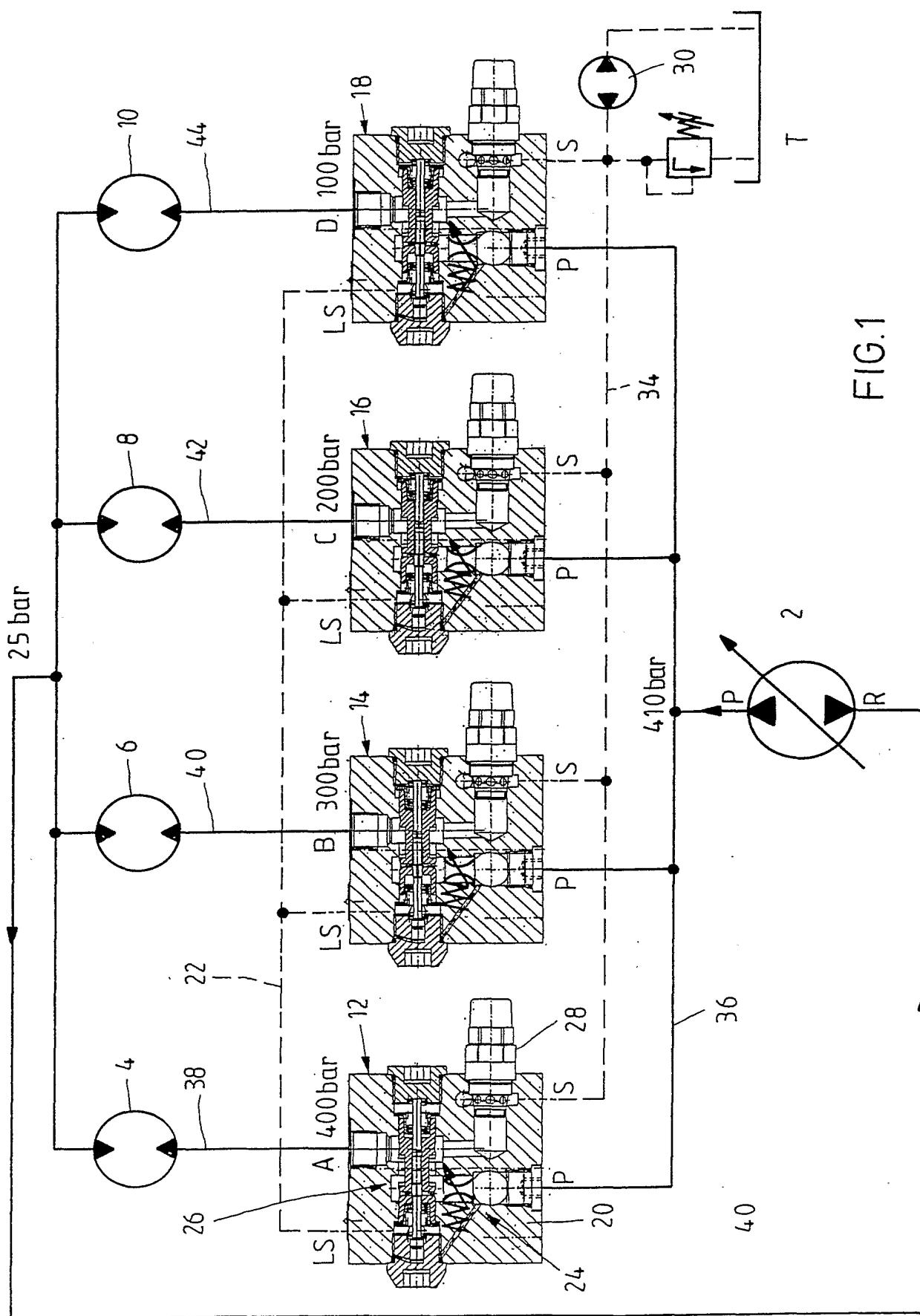
angrenzende Bereiche des Innenkolbens (94) mit Radialspiel zur Ausbildung eines Verbindungskanals ausgeführt ist.

5 10. Stromventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Druckwaagenkolben (43) eine mittlere Steuernut (81) hat, an deren Ringstirnflächen die beiden Steuerkanten (82, 84) ausgeführt sind und wobei der Druckwaagenkolben (43) über zwei Zentrier-  
10 federn (50, 52) in eine Mittelstellung vorgespannt ist.

15 11. Stromventil nach Patentanspruch 10, wobei der Druckwaagenkolben (43) zumindest eine Radialbohrung (98) hat, die einerseits im Bereich des Steuerbunds (100) in der Führungsbohrung (92) und andererseits in einem den Lastdruck führenden Raum (54) münden.

20 12. Stromventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einem Druck-Einspeiseventil (28).

25 13. Stromteiler zur Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher, der mehrere Stromventile (12, 14, 16, 18) gemäß einem der vorhergehenden Patentansprüche aufweist.



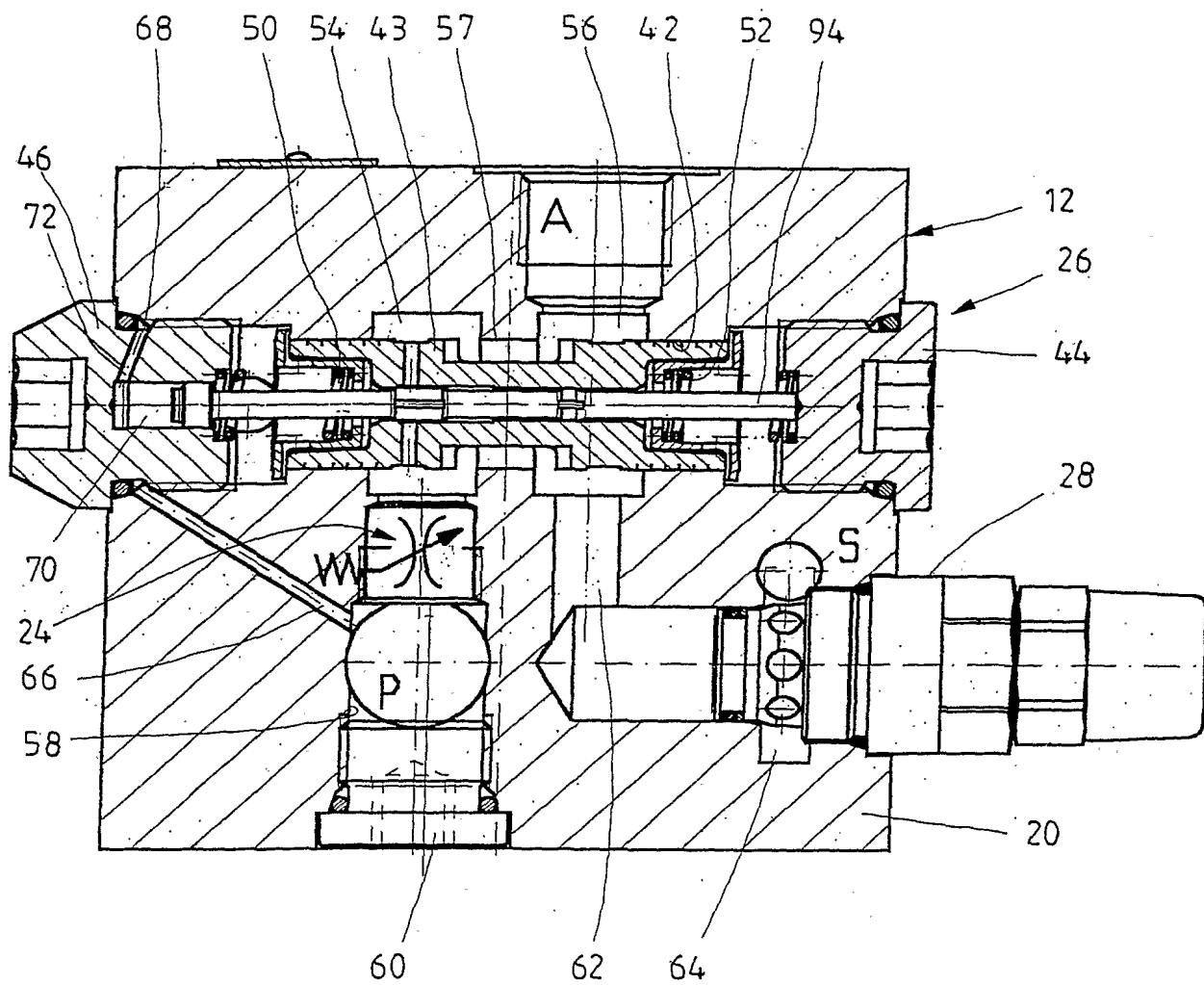


FIG. 2

3/9

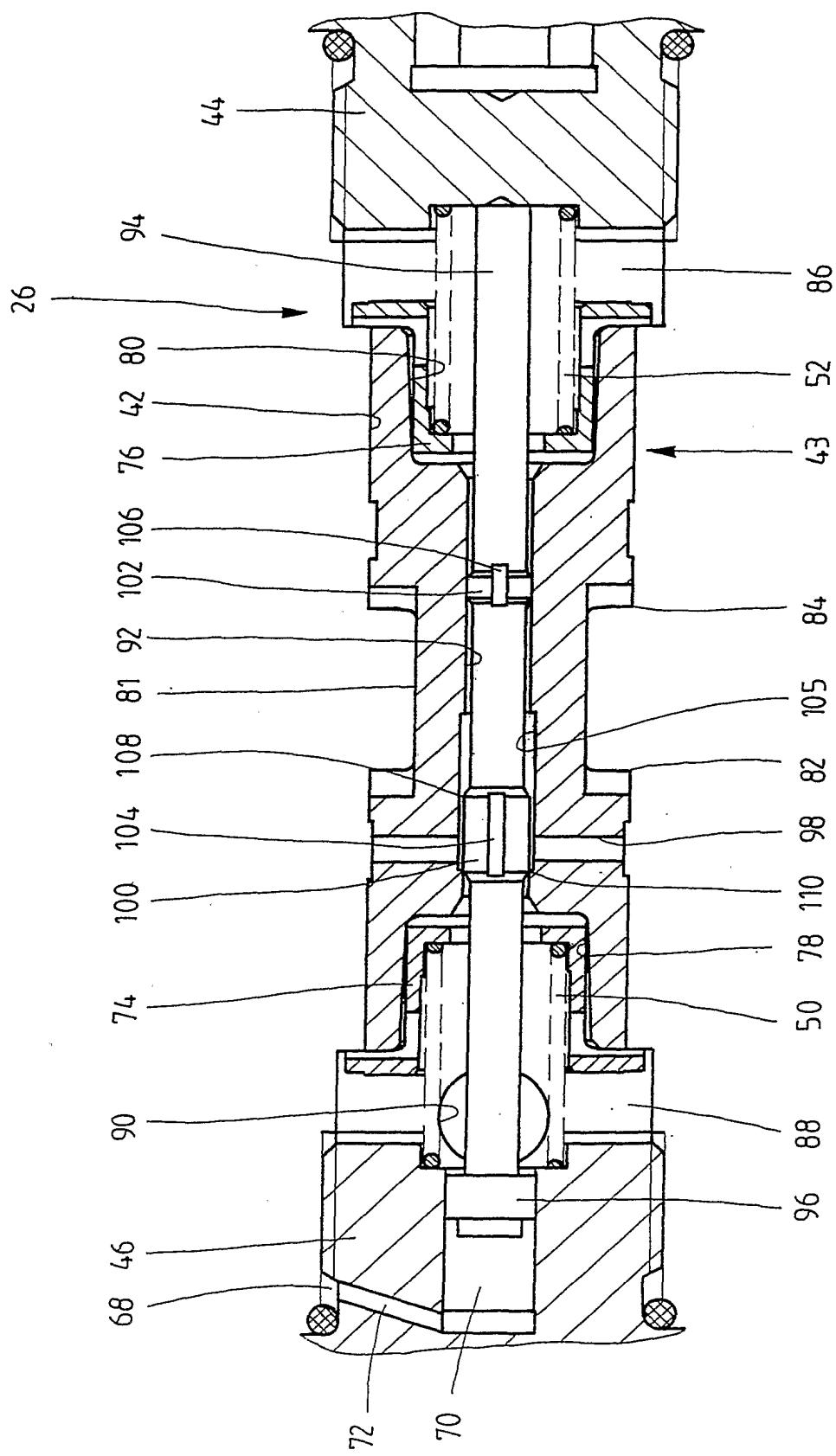
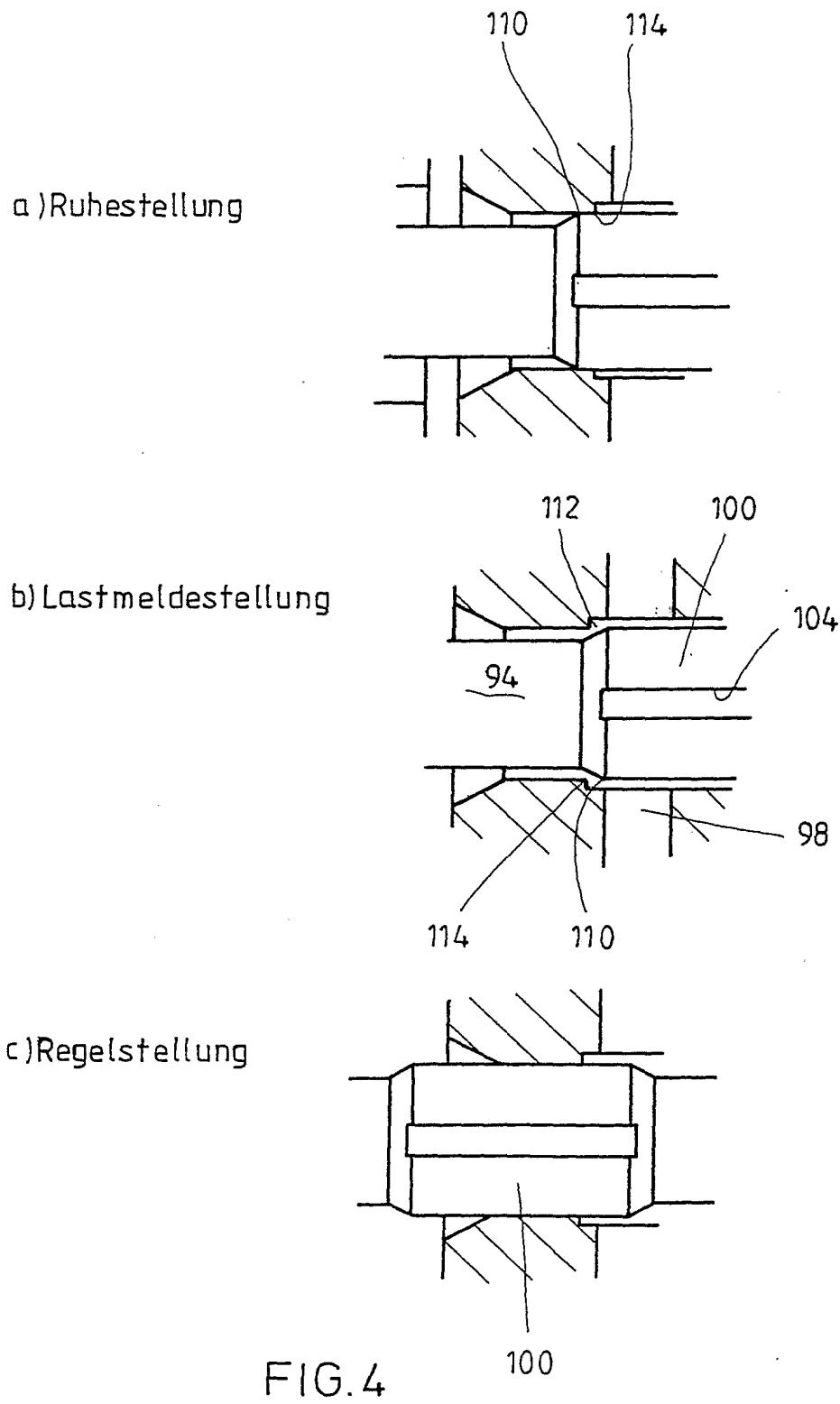


FIG. 3

4/9



5/9

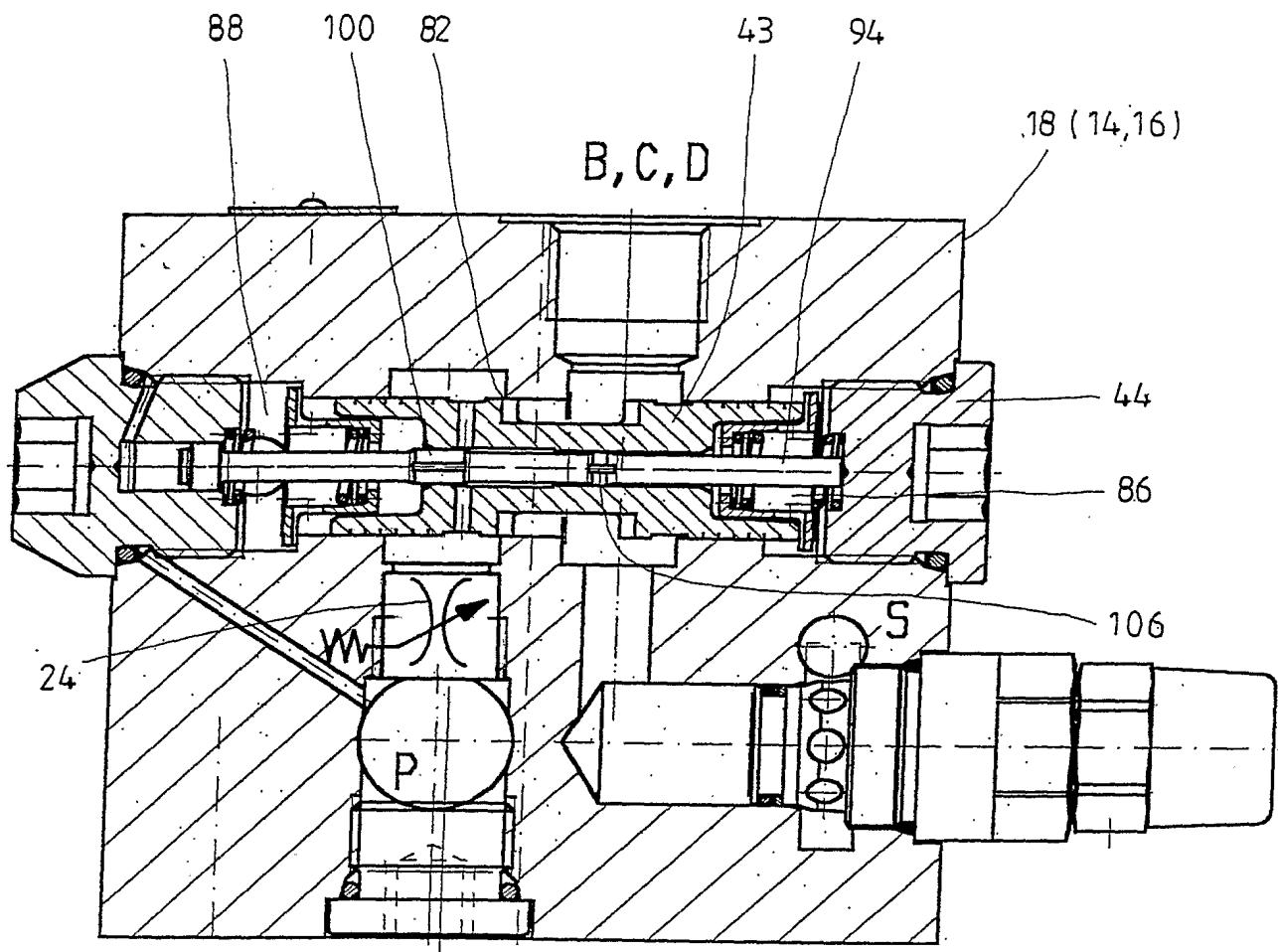


FIG.5

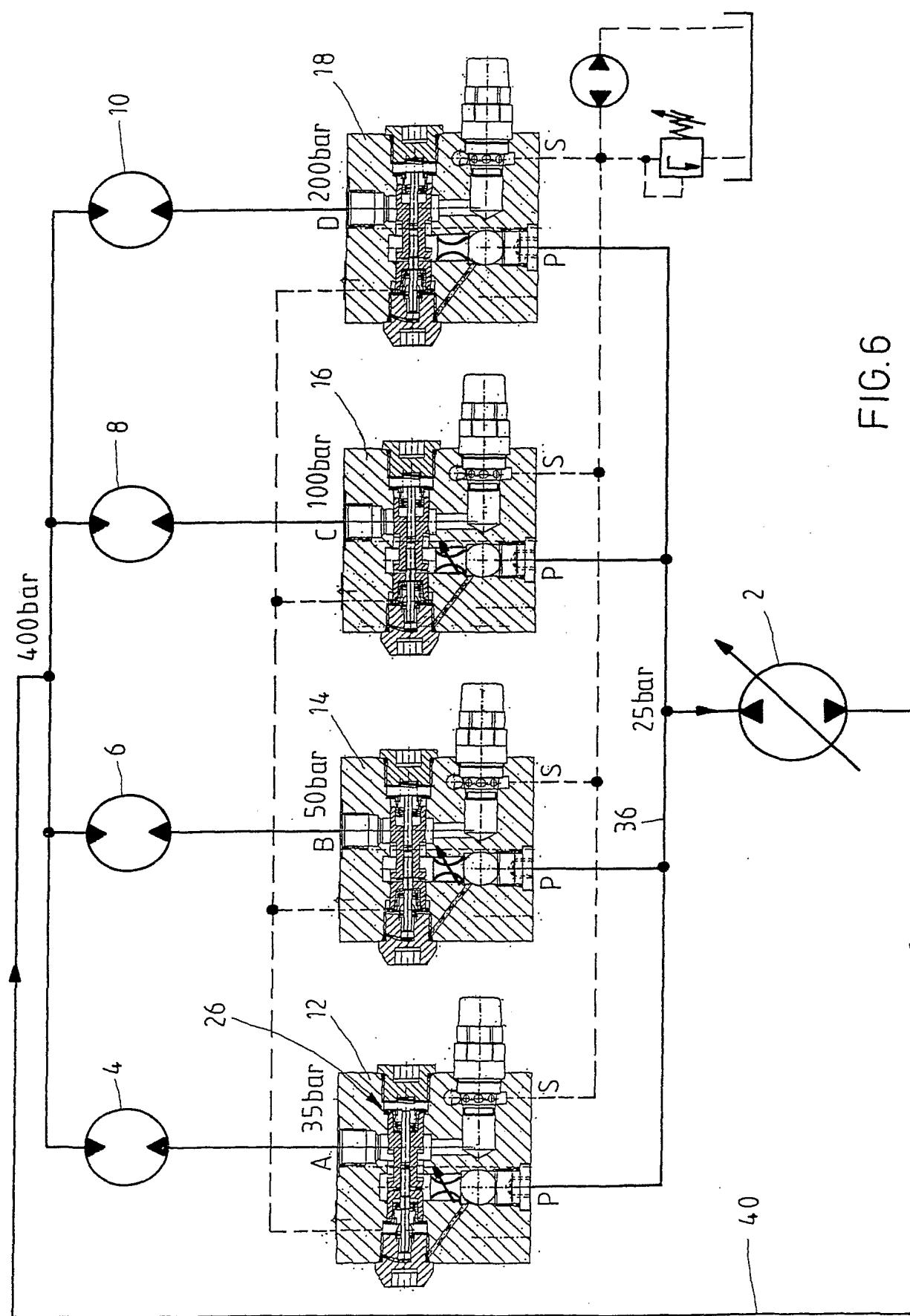


FIG. 6

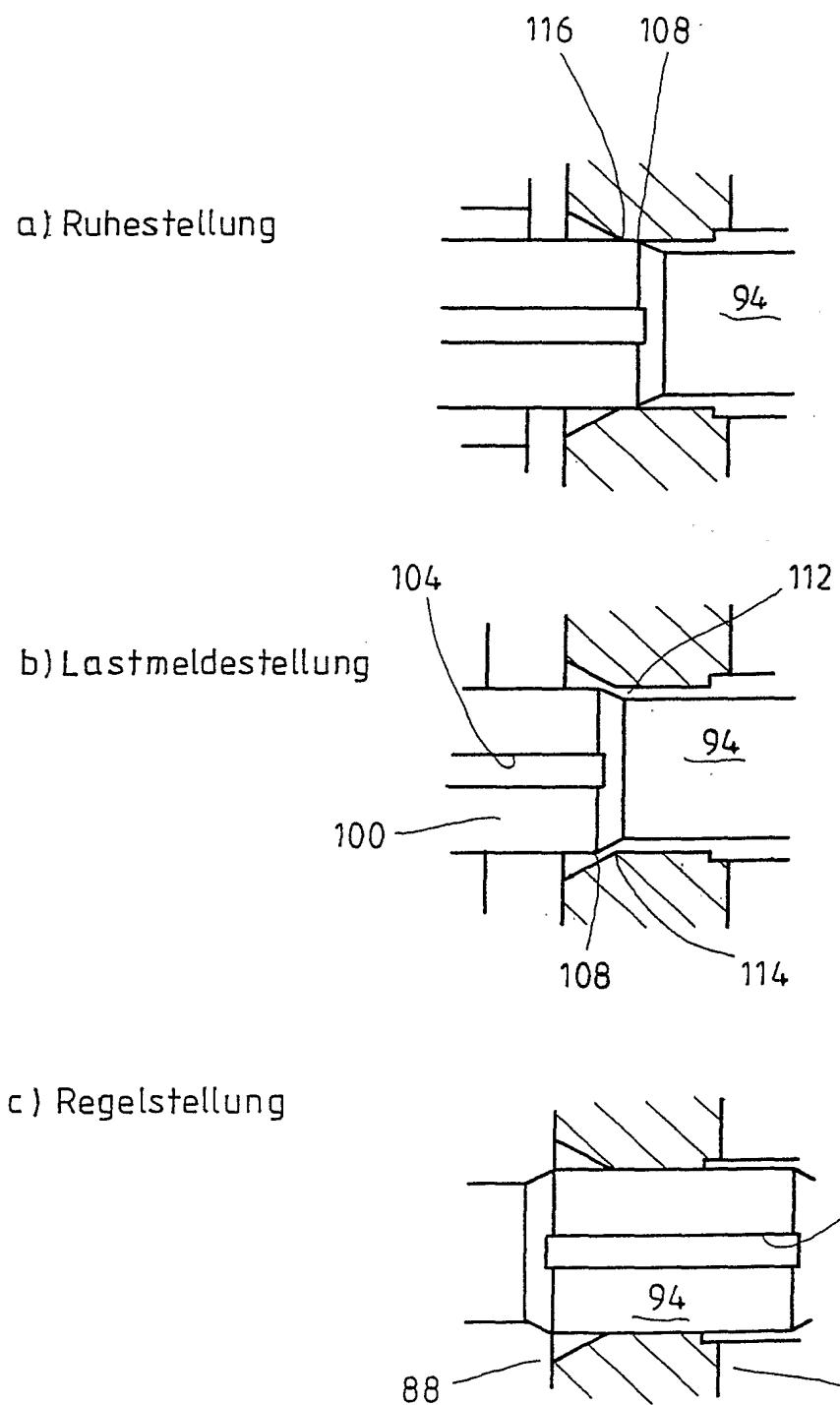


FIG.7

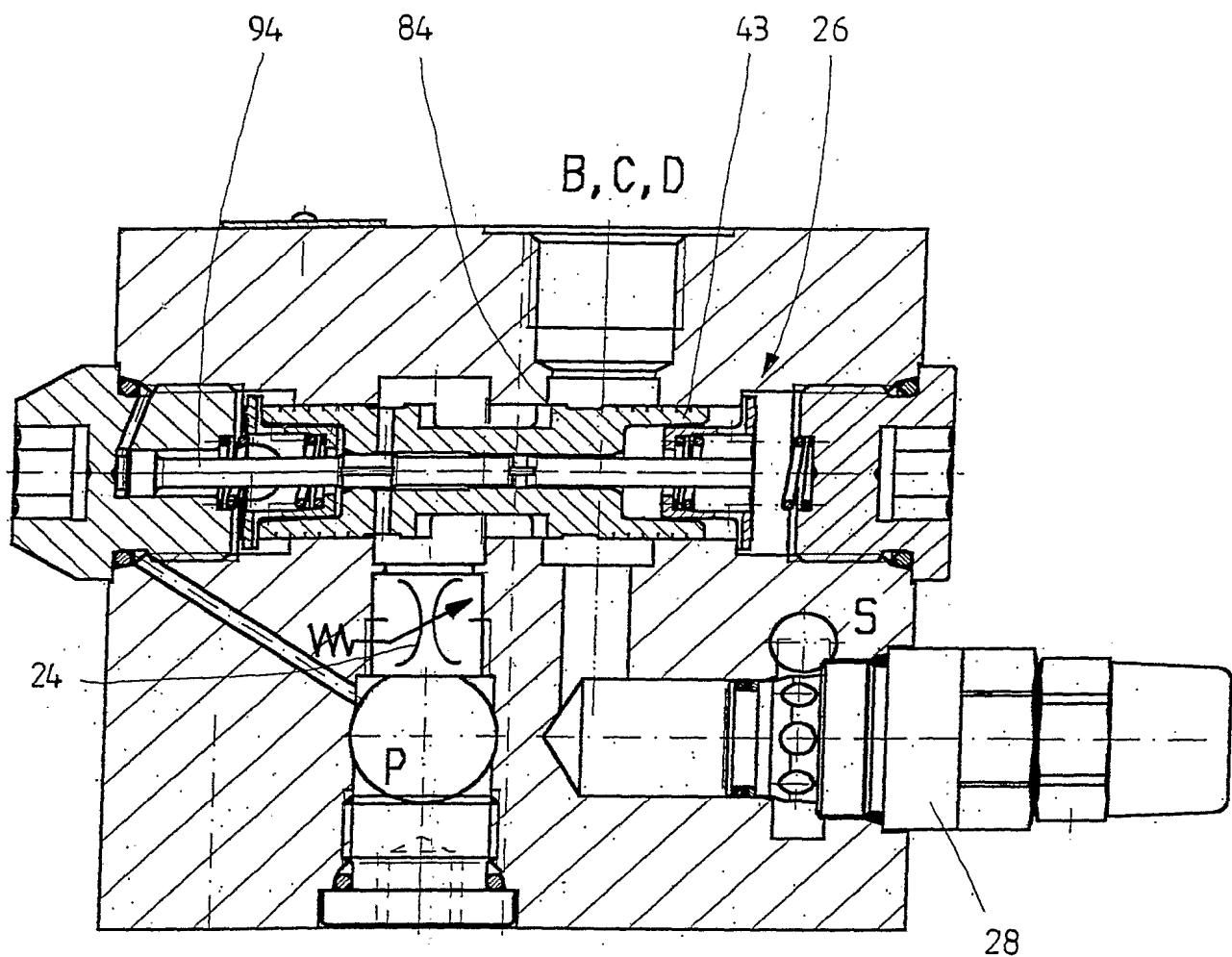


FIG. 8

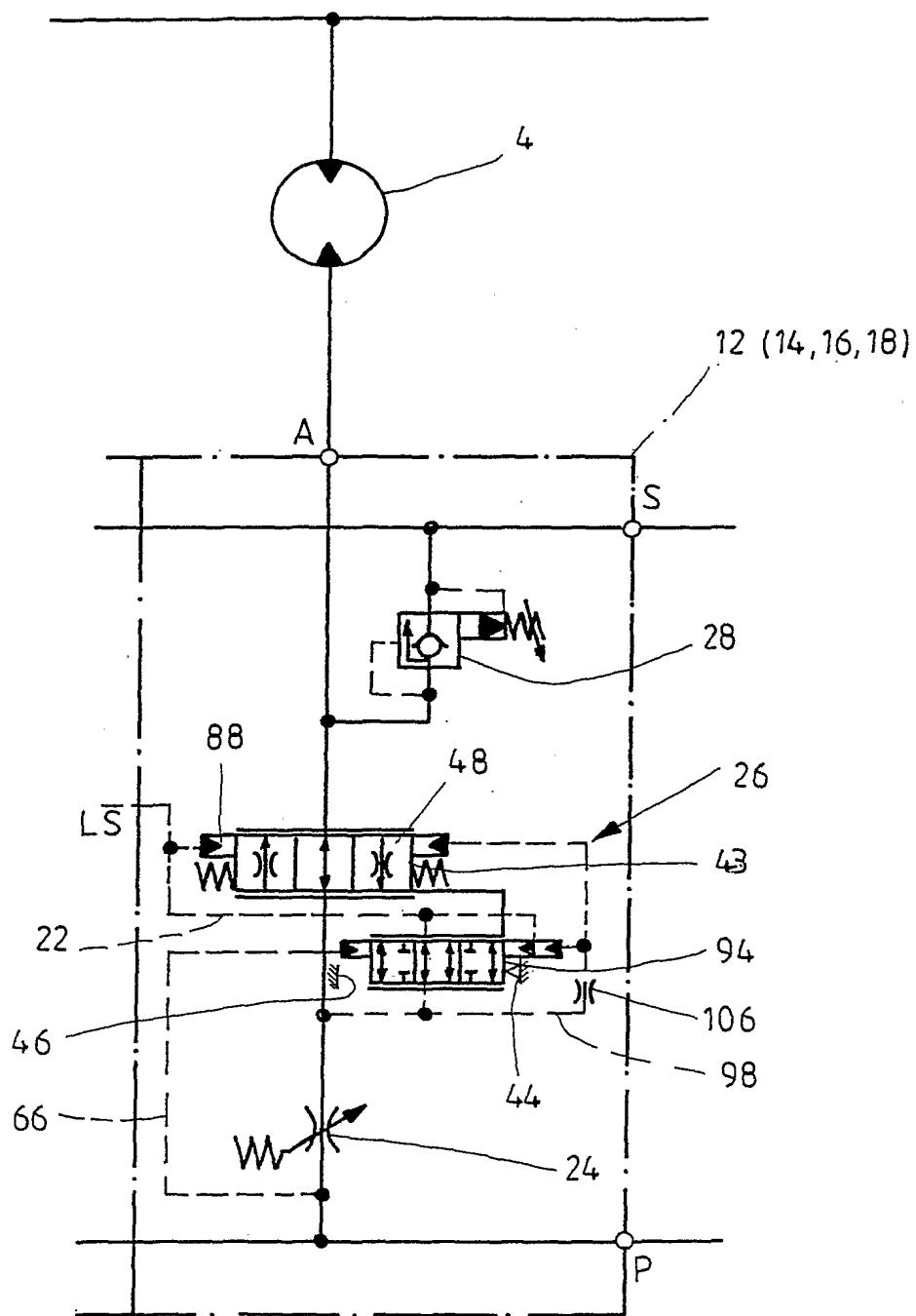


FIG. 9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/014800

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F15B11/16 F15B11/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F15B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 95/32364 A (MANNESMANN REXROTH GMBH; SCHMITT, MARTIN; WEICKERT, THOMAS) 30 November 1995 (1995-11-30) cited in the application the whole document -----	1-13
A	DE 195 31 497 A1 (BUCHER GMBH MASCHINENFABRIK, 79771 KLETTGAU, DE) 27 February 1997 (1997-02-27) cited in the application the whole document -----	1-13
A	WO 00/00747 A (MANNESMANN REXROTH AG; WEICKERT, THOMAS; ADLON, ERICH) 6 January 2000 (2000-01-06) page 6, paragraph 7 – page 16, paragraph 2 ----- -/-	1-13

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 April 2005

Date of mailing of the international search report

29/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Staengl, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/014800

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 460 000 A (KROPP ET AL) 24 October 1995 (1995-10-24) column 4, line 34 - column 8, line 16 -----	1-13
A	DE 100 58 032 A1 (MANNESMANN REXROTH AG) 29 May 2002 (2002-05-29) column 3, line 45 - column 8, line 42 -----	1-13
A	DE 93 18 522 U1 (O & K ORENSTEIN & KOPPEL AG, 13581 BERLIN, DE) 30 March 1995 (1995-03-30) page 5, paragraph 2 - page 9, paragraph 4 -----	1-13
A	DE 22 60 457 A1 (WABCO WESTINGHOUSE GMBH, 3000 HANNOVERLINDEN; WABCO FAHRZEUGBREMSEN GM) 12 June 1974 (1974-06-12) page 3, paragraph 4 - page 6, paragraph 5 -----	1-13
A	DE 12 22 376 B (WESTINGHOUSE BREMSEN- UND APPARATEBAU GESELLSCHAFT MIT BESCHRAENKTER H) 4 August 1966 (1966-08-04) column 3, line 21 - column 5, line 3 -----	1-13
A	EP 1 088 995 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD) 4 April 2001 (2001-04-04) column 10, line 5 - column 22, line 37 -----	1-13
A	EP 0 958 455 A (MANNESMANN REXROTH AG; BOSCH REXROTH AG) 24 November 1999 (1999-11-24) column 4, line 51 - column 9, line 31 -----	1-13

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/014800

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 9532364	A	30-11-1995		DE 4417962 A1 DE 59504916 D1 WO 9532364 A1 EP 0760908 A1 JP 10500472 T US 5752384 A		23-11-1995 04-03-1999 30-11-1995 12-03-1997 13-01-1998 19-05-1998
DE 19531497	A1	27-02-1997		NONE		
WO 0000747	A	06-01-2000		DE 19828963 A1 WO 0000747 A1 DE 59904746 D1 EP 1092095 A1 JP 2002519596 T US 6367365 B1		30-12-1999 06-01-2000 30-04-2003 18-04-2001 02-07-2002 09-04-2002
US 5460000	A	24-10-1995		DE 4235707 A1 FR 2697296 A1 GB 2271870 A , B JP 6200904 A		28-04-1994 29-04-1994 27-04-1994 19-07-1994
DE 10058032	A1	29-05-2002		WO 0242648 A1		30-05-2002
DE 9318522	U1	30-03-1995		NONE		
DE 2260457	A1	12-06-1974		GB 1447551 A		25-08-1976
DE 1222376	B	04-08-1966		AT 242188 B		10-09-1965
EP 1088995	A	04-04-2001		EP 1088995 A1 US 6378302 B1 CN 1316038 A WO 0065238 A1		04-04-2001 30-04-2002 03-10-2001 02-11-2000
EP 0958455	A	24-11-1999		DE 19703997 A1 AT 238497 T DE 59709931 D1 WO 9834031 A1 EP 0958455 A1 JP 2001509867 T US 6289675 B1		06-08-1998 15-05-2003 28-05-2003 06-08-1998 24-11-1999 24-07-2001 18-09-2001

## INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014800

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F15B11/16 F15B11/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F15B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 95/32364 A (MANNESMANN REXROTH GMBH; SCHMITT, MARTIN; WEICKERT, THOMAS) 30. November 1995 (1995-11-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-13
A	DE 195 31 497 A1 (BUCHER GMBH MASCHINENFABRIK, 79771 KLETTGAU, DE) 27. Februar 1997 (1997-02-27) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-13
A	WO 00/00747 A (MANNESMANN REXROTH AG; WEICKERT, THOMAS; ADLON, ERICH) 6. Januar 2000 (2000-01-06) Seite 6, Absatz 7 – Seite 16, Absatz 2 ----- -/-	1-13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- & Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
25. April 2005	29/04/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Staengl, G

## INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/014800

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	US 5 460 000 A (KROPP ET AL) 24. Oktober 1995 (1995-10-24) Spalte 4, Zeile 34 – Spalte 8, Zeile 16 -----	1-13
A	DE 100 58 032 A1 (MANNESMANN REXROTH AG) 29. Mai 2002 (2002-05-29) Spalte 3, Zeile 45 – Spalte 8, Zeile 42 -----	1-13
A	DE 93 18 522 U1 (O & K ORENSTEIN & KOPPEL AG, 13581 BERLIN, DE) 30. März 1995 (1995-03-30) Seite 5, Absatz 2 – Seite 9, Absatz 4 -----	1-13
A	DE 22 60 457 A1 (WABCO WESTINGHOUSE GMBH, 3000 HANNOVERLINDEN; WABCO FAHRZEUGBREMSEN GM) 12. Juni 1974 (1974-06-12) Seite 3, Absatz 4 – Seite 6, Absatz 5 -----	1-13
A	DE 12 22 376 B (WESTINGHOUSE BREMSEN- UND APPARATEBAU GESELLSCHAFT MIT BESCHRAENKTER H) 4. August 1966 (1966-08-04) Spalte 3, Zeile 21 – Spalte 5, Zeile 3 -----	1-13
A	EP 1 088 995 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD) 4. April 2001 (2001-04-04) Spalte 10, Zeile 5 – Spalte 22, Zeile 37 -----	1-13
A	EP 0 958 455 A (MANNESMANN REXROTH AG; BOSCH REXROTH AG) 24. November 1999 (1999-11-24) Spalte 4, Zeile 51 – Spalte 9, Zeile 31 -----	1-13

**INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014800

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9532364	A	30-11-1995	DE	4417962 A1		23-11-1995
			DE	59504916 D1		04-03-1999
			WO	9532364 A1		30-11-1995
			EP	0760908 A1		12-03-1997
			JP	10500472 T		13-01-1998
			US	5752384 A		19-05-1998
DE 19531497	A1	27-02-1997	KEINE			
WO 0000747	A	06-01-2000	DE	19828963 A1		30-12-1999
			WO	0000747 A1		06-01-2000
			DE	59904746 D1		30-04-2003
			EP	1092095 A1		18-04-2001
			JP	2002519596 T		02-07-2002
			US	6367365 B1		09-04-2002
US 5460000	A	24-10-1995	DE	4235707 A1		28-04-1994
			FR	2697296 A1		29-04-1994
			GB	2271870 A , B		27-04-1994
			JP	6200904 A		19-07-1994
DE 10058032	A1	29-05-2002	WO	0242648 A1		30-05-2002
DE 9318522	U1	30-03-1995	KEINE			
DE 2260457	A1	12-06-1974	GB	1447551 A		25-08-1976
DE 1222376	B	04-08-1966	AT	242188 B		10-09-1965
EP 1088995	A	04-04-2001	EP	1088995 A1		04-04-2001
			US	6378302 B1		30-04-2002
			CN	1316038 A		03-10-2001
			WO	0065238 A1		02-11-2000
EP 0958455	A	24-11-1999	DE	19703997 A1		06-08-1998
			AT	238497 T		15-05-2003
			DE	59709931 D1		28-05-2003
			WO	9834031 A1		06-08-1998
			EP	0958455 A1		24-11-1999
			JP	2001509867 T		24-07-2001
			US	6289675 B1		18-09-2001